

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-232485

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

G06T 15/40

G06T 15/00

// G06F 7/58

(21)Application number : 10-035207

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 17.02.1998

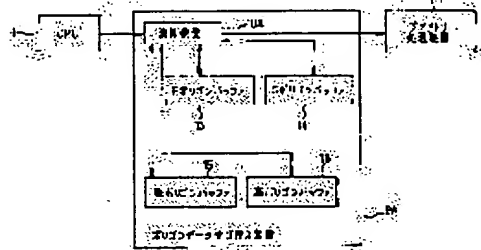
(72)Inventor : YABE HIROAKI

## (54) PICTURE PROCESSOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a picture processor by which a stable and efficient processing is attained regardless of a three-dimensional plotting object.

SOLUTION: Polygon data transmitted from a main memory by CPU 1 is stored in an F polygon buffer 13 at first, the front and rear (visible or invisible) of stored polygon data are judged in order by an arithmetic device 10A, a front polygon is stored in a front polygon buffer 15 and a rear polygon is stored in the rear polygon buffer 16. Then, front and rear polygon data are alternately stored in an S polygon buffer 14, outputted to a geometry processor 3 and processed by the geometry processing device 3 and a raster conversion processor, plotting data is stored in a frame buffer and, then, a picture is displayed on a monitor.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-232485

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 6 T 15/40  
15/00  
// G 0 6 F 7/58

識別記号

F I  
G 0 6 F 15/72 4 2 0  
7/58 Z  
15/72 4 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-35207

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 矢部 博明

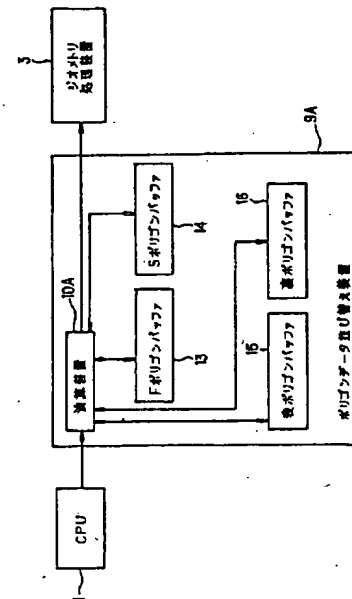
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 3次元描画対象に拘わらず安定的、効率的な処理を可能とする画像処理装置を提供する。

【解決手段】 CPU 1により主メモリから送られたポリゴンデータはまずFポリゴンバッファ13に蓄えられ、そして蓄えられたポリゴンデータを順に演算装置10Aより表裏(可視、不可視)が判断され、表ポリゴンは表ポリゴンバッファ15に、裏ポリゴンは裏ポリゴンバッファ16にそれぞれ格納される。その後、表、裏ポリゴンデータが交互にSポリゴンバッファ14に格納され、ジオメトリ処理装置3に出力され、ジオメトリ処理装置3とラスターライズ処理装置で処理された後にフレームバッファに描画データが蓄えられ後にモニターに画像が表示される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元多角形データを2次元多角形データに変換するジオメトリ処理手段と、ジオメトリ処理手段から送られた2次元多角形データの色彩処理を行うラスタライズ処理手段を備えた画像処理装置において、ジオメトリ処理手段で用いられる3次元多角形データを並べ替える並べ替え手段を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 並べ替え手段が、3次元多角形の可視、不可視データに基づき、可視と不可視の3次元多角形データを所定の順序に並べ替えることを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 並べ替え手段が、乱数情報に基づきジオメトリ処理手段に送る3次元多角形データの順序を並べ替えることを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項4】 並べ替え手段が、一定の法則に従った並べ替えを行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータグラフィックスにおける3次元画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】3次元物体を高速に演算し表示する装置として、グラフィックスプロセッサがある。通常、3次元画像処理では、3次元物体をポリゴンとよばれる複数の3次元座標からなる3次元多角形形状により構成し、その多数の3次元多角形データ（以下、「ポリゴンデータ」という）をグラフィックスプロセッサで演算、表示することで3次元物体の形状をモニターに出力することを可能とするものである。図15から図18により従来のグラフィックスプロセッサを用いた3次元画像処理装置について説明をする。図15は、従来の3次元画像処理装置のブロック図であり、ホストコンピュータの中央演算装置（以下CPUと略称する）1、主メモリ2、グラフィックスプロセッサ6、フレームバッファ7及び表示装置であるモニター8を有する。

【0003】主メモリ2には、ポリゴンデータとして、物体の位置、形状等の物体の属性データ、光源の位置、ポリゴンの基準点を示すローカル座標をワールド座標に変換するための変換行列等を格納している。そしてCPU1が主メモリ2からポリゴンデータをグラフィックスプロセッサに出力し、グラフィックスプロセッサ6が最終的に表示する画像データであるレンダリングデータをフレームバッファ7に描画し、モニター8に画像が出力される。

【0004】次にグラフィックスプロセッサ6の機能を説明する。グラフィックスプロセッサ6は、大別して、ジオメトリ処理装置3とラスタライズ処理装置4の2つ

の部分から構成される。ジオメトリ処理装置3は、3次元多角形のポリゴンデータを画面上に表示することができるよう、2次元多角形データに変換する装置である。ラスタライズ処理装置4は、2次元多角形データに色やテクスチャーと呼ばれる模様をつけて塗りつぶし、最終的に表示される表示用データを作成し、フレームバッファ7に書き込む装置である。例えば一つの三角形を描画する場合、ジオメトリ処理装置3では三角形の頂点に関する処理を行うが、ラスタライズ処理装置4では三角形内部の全ての点（フレームバッファのピクセルに対応する点）を処理するため、ジオメトリ処理装置3に比べラスタライズ処理装置4の方が負荷が重く、処理時間を要する。

【0005】ジオメトリ処理装置3の処理内容の一例を図16を用いて説明する。CPU1により主メモリ2に記憶されているポリゴンデータがジオメトリ処理装置3に転送される（ステップa1）。通常一つのポリゴンは三角形で構成される。ジオメトリ処理装置3には、ポリゴンデータだけでなく、ポリゴンの基準点を示すローカル座標をワールド座標に変換するための変換行列も送られる。例えば3次元物体がアニメーションを行う場合などは、ポリゴンの頂点データは変えずに、変換行列を変換することで実現されている。次いでローカル座標系からなるポリゴンデータを変換行列と演算し、ワールド座標のデータに変換する。（ステップa2）。そして図17に示すように、三角形のポリゴンABCの表裏（可視、不可視）を判定し、表向き（可視）のポリゴンABCは描画し、裏向き（不可視）のポリゴンABCは描画しないような処理を行う。このような処理を隠面処理（バックフェイスカリング）とよぶ（ステップa3）。三角形ポリゴンABCの裏表の判定方法としては、例えば三角形ポリゴンABCの隣接する頂点をたどる方向にネジを回したとき、右ネジの進む方向に法線ベクトルVを保持し、視線ベクトルEVとの外積をとり正負を調べることで判定する。負のときは、三角形ABCの法線ベクトルVが手前を向いており（図17A）表、正のときは法線ベクトルVが奥向きであり（図17B）裏となる。視線ベクトルEVは、予め与えられる視線方向をそのまま用いる場合や視点位置と注視点位置から求める場合等がある。複数のポリゴンからなる球体を例にとると、視点から見て裏向きのポリゴンABCは手前の表向きのポリゴンABCに隠されてしまうため、ラスタライズ処理を行う必要がない。通常の3次元物体では、裏向きのポリゴンは表向きのポリゴンに隠されるため、このような隠面処理を行うことでラスタライズ処理装置4に送るデータ量を半分に減らすことができるのである。次に、表向きのポリゴンについて3次元空間を2次元空間に投射する視野座標変換（ステップa4）を行い、2次元データにする。そして、画面からはみ出した部分を処理するクリッピング処理（ステップa5）を行った後、

ラスタライズ処理装置4に2次元データを転送する。

【0006】ラスタライズ処理装置4では、2次元多角形データの色彩処理を行うものであり、例えば物体の凹凸や模様等を貼付処理するテクスチャマッピング処理を行ったり、画像がスムーズに見えるようフィルターをかけたり、グラデーションを用いた色付けなどを行い、各ピクセルの色を求め、フレームバッファに書き込む処理が行われている。上記のような一般的なグラフィックスプロセッサの処理の高速化手段としては、ポリゴンの表裏(可視、不可視)を判別する隠面処理の高速化が試みられており、例えば特開昭63-318585や特開平7-141525がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】特開昭63-318585や特開平7-141525は、隠面処理を高速に処理するための手法であるが、単に隠面処理が高速化されても、グラフィックスプロセッサ全体の性能が十分高速化されるとは限らない。以下にその説明をする。隠面処理の高速化では、ポリゴンの表裏判定した後、ジオメトリ処理装置3に比べて処理時間を要するラスタライズ処理装置4にデータを転送する時、ポリゴンの表裏の順番によっては、ラスタライズ処理が終わるまで、ジオメトリ処理装置3がアイドル状態(待ち状態)になる。このためジオメトリ処理装置3からラスタライズ処理へ送られるデータの流れが止まるため、システム全体のスループットが悪くなるという欠点がある。例えば、可視なポリゴンが連続して送られてくると、ジオメトリ処理装置3で処理したポリゴン結果をラスタライズ処理装置4に転送し、次のポリゴンのジオメトリ処理を終了した場合、一つ前のポリゴンのラスタライズ処理が終了していないため、処理結果をラスタライズ処理装置4に転送することができず、待ち時間が生じることとなる。

【0008】従来のグラフィックスプロセッサ処理のタイムチャートを図18に示す。上段の(A)が各ポリゴンのジオメトリ処理装置3における処理時間を、(B)がラスタライズ処理装置4における処理時間を示している。ジオメトリ処理装置3とラスタライズ処理装置4は独立しているため、並列に動作することができる。ポリゴンデータは、ポリゴン1、ポリゴン2、ポリゴン3及びポリゴン5が表(可視)で、ポリゴン4が裏(不可視)の時を示している。ジオメトリ処理装置3における処理時間とラスタライズ処理装置4の処理時間の差から、表ポリゴンが続くポリゴン1とポリゴン2、ポリゴン2とポリゴン3間ではアイドル時間が発生している。尚、ポリゴン3からポリゴン5の処理では、ポリゴン3のラスタライズ処理中に終了した裏ポリゴン4のジオメトリ処理データはラスタライズ処理を必要としないから、ジオメトリ処理装置3は次のポリゴン5の処理を行い、ポリゴン3のラスタライズ処理終了後にラスタライズ処理装置4に転送される。

【0009】以上説明したように、従来のグラフィックスプロセッサ6の処理速度の高速化手段としてジオメトリ処理装置3、特に隠面処理速度の高速化が行われているが、描画対象によっては十分な効果を得られない場合があり、安定的なシステム全体の処理速度の高速化ができなかった。そこで本発明の目的は、3次元描画対象に拘わらず安定的、効率的な処理を可能とする画像処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明の請求項1に記載の画像処理装置は、3次元多角形データを2次元多角形データに変換するジオメトリ処理手段と、ジオメトリ処理手段から送られた2次元多角形データの色彩処理を行うラスタライズ処理手段を備えた画像処理装置において、ジオメトリ処理手段で用いられる3次元多角形データを並べ替える並べ替え手段を備えたことを特徴とする。

【0011】本発明の第2請求項に記載の画像処理装置は、請求項1に記載の画像処理装置を構成する手段において、並べ替え手段が、3次元多角形の可視、不可視データに基づき可視と不可視の3次元多角形データを所定の順序に並べ替えることを特徴とする。

【0012】本発明の第3請求項に記載の画像処理装置は、請求項1に記載の画像処理装置を構成する手段において、並べ替え手段が、乱数情報に基づき3次元多角形データの順序を並べ替えることを特徴とする。

【0013】本発明の第4請求項に記載の画像処理装置は、請求項1に記載の画像処理装置を構成する手段において、並べ替え手段が、一定の法則に従った並べ替えを行うことを特徴とする。

【0014】上記の構成により本発明の請求項1記載の画像処理装置は、3次元多角形データを並べ替える並べ替え手段を備えたことで、表向き3次元多角形データが連続することを防ぎ、表向きの次に裏向きの3次元多角形データの配列に並べ替えられることとなる。これにより、処理時間の短いジオメトリ処理手段と処理時間の長いラスタライズ処理手段の差から生じるジオメトリ処理手段の待ち状態を少なくすることができる。即ち、裏向き3次元多角形データのジオメトリ処理結果は、ラスタライズ処理手段を必要としないため、ラスタライズ処理中に次のデータのジオメトリ処理が可能となるからである。

【0015】本発明の請求項2に記載の画像処理装置は、3次元多角形データの表裏を判断した後並べ替えることで、確実に所望の表裏データの配列に並べ替えることができ、処理時間の短いジオメトリ処理手段と処理時間の長いラスタライズ処理手段の差から生じるジオメトリ処理手段の待ち状態を確実に少なくすることができる。

【0016】本発明の請求項3に記載の画像処理装置は、3次元多角形データを乱数情報に基づき並べ替えること

で、簡単な装置で並べ替えることができ、処理時間の短いジオメトリ処理手段と処理時間の長いラスター処理手段の差から生じるジオメトリ処理手段の待ち状態を確実に少なくすることができる。

【0017】本発明の請求項4記載の画像処理装置は、3次元多角形データを一定の法則に従って並べ替えることで、簡単な装置で並べ替えることができ、処理時間の短いジオメトリ処理手段と処理時間の長いラスター処理手段の差から生じるジオメトリ処理手段の待ち状態を少なくすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明に係る画像処理装置の実施形態を示す要部ブロック図である。この画像処理装置は、図15と対応する部分には同一符号を付し、説明は省略する。本実施の形態は、ポリゴンデータ並べ替え装置9(9A, 9B, 9C)が、ジオメトリ処理装置3、ラスター処理装置4およびテクスチャメモリ5からなる従来のグラフィックスプロセッサ6に追加された、並べ替え装置付きグラフィックスプロセッサ18である。以下、第1から第3実施形態に係るポリゴンデータ並べ替え装置9A, 9B, 9Cを中心に説明する。

【0019】(第1実施形態) 図2は第1実施形態に係るポリゴンデータ並べ替え装置9Aを中心に記載したブロック図である。ポリゴンデータ並べ替え装置9Aは、各ポリゴンデータの表裏(可視、不可視)判断処理を行う演算装置10A、CPU1により主メモリ2から送られたポリゴンデータを格納するFポリゴンバッファ13、並べ替え後のポリゴンデータが蓄えられるSポリゴンバッファ14、表ポリゴンデータを格納するポリゴンバッファ15及び裏ポリゴンデータを格納する裏ポリゴンバッファ16から構成されている。

【0020】よってCPU1により主メモリ2から送られたポリゴンデータはまずFポリゴンバッファ13に蓄えられ、そして蓄えられたポリゴンデータを順に演算装置10Aより従来と同様の方法により表裏(可視、不可視)が判断される。すなわち、ポリゴンの法線ベクトルVと視線ベクトルEVの内積をとり、その正負を調べ、負の場合には表(可視)、正の場合には裏(不可視)と判断する。尚、裏表判断方法は、これに限定するものではなく最適な方法でよい。裏表判断されたポリゴンデータは、表ポリゴンは表ポリゴンバッファ15に、裏ポリゴンは裏ポリゴンバッファ16にそれぞれ格納される。その後、表、裏ポリゴンデータが交互にSポリゴンバッファ14に格納され、ジオメトリ処理装置3に出力される。

【0021】ジオメトリ処理装置3は、従来と同様に3次元ポリゴンデータを読み込み、2次元ポリゴンデータを作成する。即ち、ワールド座標変換処理、隠面処理、

視野座標変換処理およびクリッピング処理を行うものである。

【0022】ラスター処理装置4では、2次元ポリゴンデータの色、模様等を作成する色彩処理を行うものである。例えば物体の凹凸や模様等を貼付処理するテクスチャマッピング処理を行ったり、画像がスムーズに見えるようフィルターをかけたり、グラデーションを用いた色付けなどの任意の処理を行い、各ピクセルの色を求め、フレームバッファ7に書き込む処理が行われている。

10

【0023】次にこの画像処理装置の動作について、ポリゴンデータ並べ替え装置9Aを中心に説明する。図3は、ポリゴンデータ並べ替え装置9Aのフローチャートである。まず、ポリゴンバッファ13に格納されたi番目のポリゴンの裏表を、演算装置17Aより判別する(ステップs1)。もし表向きならば表ポリゴンバッファ15に書き込み、表ポリゴンバッファ15のアドレスを進める(ステップs2)。裏向きであれば、裏ポリゴンバッファ16に書き込み、裏ポリゴンバッファ16のアドレスを進める(ステップs3)。これを全てのポリゴンデータまで繰り返す(ステップs4)。

20

【0024】次に表ポリゴンバッファ15、裏ポリゴンバッファ16のポリゴンデータを交互にSポリゴンバッファ14に書き込む。すなわち、表ポリゴンバッファ15のi番目のポリゴンデータをSポリゴンバッファ14のj番目に書き込み、Sポリゴンバッファ14のアドレスを(j=j+1)番目に進める(ステップs5)。次に裏ポリゴンバッファ16のi番目のポリゴンデータをSポリゴンバッファ14に書き込み、Sポリゴンバッファ14のアドレスを(j=j+1)番目に進める(ステップs6)。全てのポリゴンについて行われたかどうか判定し、行われていないときは表ポリゴンバッファ15と裏ポリゴンバッファ16のアドレスを進めて繰り返す(ステップs7)。

30

【0025】具体的に図4によりポリゴンが6個の場合について説明する。この場合まずポリゴンバッファ13にポリゴン1から6の順に、表、表、裏、裏、裏、表のポリゴンデータが格納されている(図4A)。処理(ステップs1)から(ステップs4)をi=5まで繰り返し、表ポリゴンバッファ15には表ポリゴンP1、P2及びP6が、裏ポリゴンバッファ14にはポリゴンP3、P4及びP5が格納される(図4B, 4C)。そして処理(ステップs5)から(ステップs7)をj=5まで繰り返し、Sポリゴンバッファ14には図11Dに示すように表と裏のポリゴンデータが交互に格納される(図4D)。そして図1に示すように並べ替えられたポリゴンデータは、ジオメトリ処理装置3、ラスター処理装置4及びフレームバッファ7により従来と同様の処理がなされた後にモニター8に3次元画像が表示される。

40

50

【0026】図5は、ジオメトリ処理装置3とラスタライズ処理装置4にけるポリゴンデータの処理のタイムチャートを示している。Sポリゴンバッファ14のポリゴンデータは図4Dのものをを用いている。上段の(A)が各ポリゴンのジオメトリ処理装置3における処理時間を、(B)がラスタライズ処理装置4における処理時間をそれぞれ示している。ジオメトリ処理装置3とラスタライズ処理装置4は独立しているため、並列に動作することができる。まず、ポリゴンP1のジオメトリ処理が終了すると、ラスタライズ処理装置4にポリゴンP1のデータが転送され、ジオメトリ処理装置3では、次のポリゴンP3の処理を行う。裏向きポリゴンP3はラスタライズ処理の必要がなく、ラスタライズ処理装置4のポリゴンP1のデータ処理の終了を待つまでもなく次のポリゴンP2のジオメトリ処理を行うこととなる。ポリゴンP1のラスタライズ処理が終了すると、ジオメトリ処理装置3は既に終了しているポリゴンP2のデータをラスタライズ処理装置4に転送した後ポリゴンP4の処理を開始する。この時も、ジオメトリ処理装置3ではポリゴンP4が裏向きであるため続いてポリゴン6の処理をし、ラスタライズ処理装置4の処理の終了を待つ。そしてポリゴンP2のラスタライズ処理の終了によりポリゴンP6のデータはラスタライズ処理装置4に転送される。

【0027】従ってポリゴンデータ並べ替え装置9Aにより、ポリゴンデータが表と裏が交互に配列されていると、ラスタライズ処理装置4の処理が終了するまでのジオメトリ処理装置3の待ち時間を短縮することができる。

【0028】図6は、ジオメトリ処理からラスタライズ処理までの処理時間の比較を示す。いま図6(A)に示すように、便宜的に一つのポリゴンのジオメトリ処理にかかる時間を $t_1$ 、ラスタライズ処理にかかる時間を $t_2$ と仮定する。係る仮定の下、ポリゴン10個のデータ列の処理時間の比較を図6(B)の例1から例3に示している。例1は、表が5個、裏が5個連続する場合であり処理時間は、 $(t_2 * 5 + t_1 * 4)$ となる。一方、ポリゴン10個のデータが、表と裏が交互には並んでいる場合(例2)では、 $(t_2 * 5 + t_1)$ の処理時間がかかり、例1に比べて処理時間が $(t_1 * 3)$ 短くなっていることがわかる。

【0029】このように、ポリゴンデータ並べ替え装置9を設けたグラフィックスプロセッサ6では、裏表のポリゴンデータを交互に処理することにより、グラフィックスプロセッサ6の処理効率が向上し、処理時間の短縮をはかることができるので、処理データの多い3次元グラフィックスを表示する画像処理装置における処理のスピードアップを図ることができる。

【0030】本実施の形態では、説明を簡単にするために表ポリゴンバッファ15、裏ポリゴンバッファ16を

設け、並べ替えを行っている間、ポリゴンデータを一時待機させる形態としているが、例えば、Sポリゴンバッファ14の奇数番地を表ポリゴンバッファ、奇数番地を裏ポリゴンバッファとして用いて、直接並べ替え結果を書き込んでも良い。この場合には、表ポリゴンバッファ15及び裏ポリゴンバッファ16を必要とせず、より経済的な装置とできる。また、本実施の形態では、ジオメトリ処理装置3は従来装置で説明しているがこれに限定されるものではなく、3次元多角形データを2次元多角形データに変換するものであればよく、例えばポリゴンデータ並べ替え装置9Aでの裏表判断処理結果を臨面処理に有効利用する等の場合であってもよい。

【0031】また、本実施の形態では、表ポリゴンと裏ポリゴンが交互に配列されるように、処理されているが、並べ替えの手段はこれに限定するものではなく、例えば、表ポリゴンと裏ポリゴンの数の比率に応じて2個間隔や3個間隔等のごとくに並べ替えを行う場合もある。かかる場合も表ポリゴンと裏ポリゴンが所定間隔で確実に並べ替えられるので、並べ替えを行わない場合に較べてグラフィックスプロセッサ6Aの処理効率が向上し、処理時間の短縮をはかることができる。

【0032】(第2実施形態) ポリゴンデータを並べ替える時に厳密に計算し、裏表が順番にくるようにしてもよいが、地面などの表面のみで構成された平面や表向きのポリゴンが裏向きのポリゴンに比べて多い物体などの場合のように、ポリゴン形状によっては必ずしも表、裏の順番どおりにならない場合もあり、また、並べ替えの計算量も大きくなる。しかし、完全に裏表の順番に並べ替えられなくとも、表と裏のポリゴンがある程度ばらつくだけで、ラスタライズ処理装置4の待ち時間を減らしシステム全体の処理速度をあげることができる。そこで完全に裏表の順番に並べ替えられない場合にも対応できる本発明の第2の実施形態について説明する。

【0033】図7は、第2の実施の形態にかかるポリゴンデータ並べ替え装置9Bのブロック図である。本実施の形態は、ジオメトリ処理装置3に入力されるポリゴンデータの裏表を判断する事なく、ポリゴンデータを乱数に基づき配列を変換することにある。従って本実施の形態では、前記第1実施の形態で示したSポリゴンバッファ14、表ポリゴンバッファ15及び裏ポリゴンバッファ15、16が無く、替わりに乱数発生器17を設けている。CPU1から転送されたポリゴンデータは、ポリゴンバッファ13に格納された後に、演算装置10Bと乱数発生器17により並べ替え処理がなされ、ジオメトリ処理装置3に転送される。

【0034】ポリゴンデータ並べ替え装置9Bの並べ替え処理動作を図8により説明する。まず乱数発生器17より、1組の乱数 $k$ 、 $l$ を得る(ステップ1)。この乱数 $k$ 、 $l$ に基づきポリゴンバッファ13の $k$ 、 $l$ 番目のポリゴンを入れ替える(ステップ2)。この処理を

所定の回数ループさせる(ステップt3)。より具体的に乱数 $k=2$ 、 $l=3$ の場合のポリゴンバッファ13の内容の変化を図9に示す。この場合は、ポリゴンバッファ13においてポリゴン2とポリゴン3が入れ替わっている。

【0035】図10は、10個のポリゴン列に対して乱数による並べ替えを2回、連続で行った場合であり、一回めの乱数の組が3と9で、2回目の乱数の組が4と6の場合である。例えば図6(B)例1のポリゴン列に上記乱数による並べ替えを行った結果を図6(B)例3に示す。並べ替え後のジオメトリ処理とラスタライズ処理における処理時間は、 $(t2*5+t1*3)$ となり、並べ替え処理をしない時に比べ処理時間が $(t1)$ 短くなっている。

【0036】このようにポリゴンデータが、表と裏がほぼ同数とならない場合に、乱数発生器17を設けたポリゴンデータ並べ替え装置9Bによれば、完全に裏表の順番に並べ替えられなくとも、表と裏のポリゴンがある程度ばらつき、ジオメトリ処理装置3とラスタライズ処理装置4の処理時間の差から生じるジオメトリ処理装置3の待ち時間を減らすことが可能となり、システム全体の処理速度をあげることができる。とくに3次元グラフィックスのを表示するための画像処理では処理する情報量が多いため、処理時間の短縮に効果的である。

【0037】(第3実施形態) ポリゴンデータを並べ替えて、処理の順番を替えるその他の方法としては、図11に示すような、乱数を使わずに、単純な入れ替えを繰り返す方法もある。手法1では、ポリゴン列を半分折り返し、1番目のポリゴンの次に最後のポリゴン、その次に2つ目のポリゴン、最後から1つ手前のポリゴンというように並べ替えを行い、この処理を繰り返す方法が示されている。手法2、真ん中を $n$ 番目とすると、ポリゴン列を半分で切り、1番目のポリゴンの次に $n$ 番目のポリゴン、その次に2つ目のポリゴン、 $n+1$ 番目のポリゴン、というように並べ替えを行い、この処理を繰り返す方法が示されている。このような単純な繰り返しの並べ替えは複数考えることができるが、手法2を実現するポリゴンデータ並べ替え装置9Cについて説明する。

【0038】図12はポリゴンデータ並べ替え装置9Cのブロック図を示している。ポリゴンデータ並べ替え装置9Cは、演算装置10Cと2つのポリゴンバッファであるFポリゴンバッファ13とSポリゴンバッファ14から構成されている。ポリゴンデータ並べ替え装置9Cのフローチャートを図13に示す。全ポリゴン数の半分の値を算出しループ回数とする(ステップu1)。次ぎにFポリゴンバッファ13の $i$ 番目のポリゴンをSポリゴンバッファ14の $(2*i)$ 番目に書き込み(ステップu2)、Fポリゴンバッファ13の $(m+i)$ 番目のポリゴンをSポリゴンバッファ14の $(2*i+1)$ 番

目に書き込み(ステップu3)、これを全てのポリゴンについて繰り返す(ステップu4)。

【0039】このように、所定方法によるポリゴンデータの並べ替え装置であっても、上記した第2実施の形態で説明した乱数発生装置17を用いた場合と同様に、表と裏のポリゴンの順番をばらつかせることができる。規則的な操作を繰り返すため、ポリゴン列によっては効果が出ない可能性もあるが、乱数を用いた場合に比べて、乱数発生器17の必要がないため、簡単な装置によりポリゴンデータ並べ替え装置を構成でき、装置の簡略化ができる。このようなポリゴンデータ並べ替え装置9Cを用いた場合でも、乱数発生器17を用いた場合と同様に、表と裏のポリゴンデータの配列をばらつかせることができるため、後のジオメトリ処理装置3のラスタライズ処理装置4の処理終了待ち状態を減らすことができ、処理情報量の多い3次元グラフィックスを表示する画像処理装置においてシステム全体の処理時間を短縮することができる。

【0040】

20 【発明の効果】以上説明した通り、請求項1記載の発明によれば、処理時間の短いジオメトリ処理手段と処理時間の長いラスタライズ処理手段の差から生じるジオメトリ処理手段の待ち状態を少なくすることができ、画像処理装置の処理効率を高めることができる。特に3次元画像処理では、多くのデータ処理を必要とするにも拘らず、処理スピードを求められることから、係るニーズに合った有効な効果を得られる。

30 【0041】請求項2記載の発明によれば、ジオメトリ処理手段で用いられる3次元多角形データを、予め確実に、可視と不可視の3次元多角形データが所定の順序に並べ替えることができ、ジオメトリ処理手段とラスタライズ処理手段の処理時間の差から生じていたジオメトリ処理手段の待ち時間が確実に減り、画像処理装置全体の処理効率を高めることができる。

40 【0042】請求項3記載の発明によれば、並べ替え手段が、乱数情報に基づきジオメトリ処理手段に送る3次元多角形データの順序をランダムに並べ替えがなされるため、可視、不可視の3次元多角形データがほぼ同数でないような場合であっても、簡単な手段により効率よく可視と不可視の3次元多角形データがバラツクことができ、ジオメトリ処理手段とラスタライズ処理手段の処理時間の差から生じていたジオメトリ処理手段の待ち時間を減らすことができ、画像処理装置全体の処理効率を高めることができる。

50 【0043】請求項4記載の発明によれば、簡単な装置で可視と不可視の3次元多角形データがバラツカせることができ、ジオメトリ処理手段とラスタライズ処理手段の処理時間の差から生じていたジオメトリ処理手段の待ち時間を減らすことができ、画像処理装置全体の処理効率を安定的に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の3次元画像処理装置のブロックである。

【図2】本発明の第1の実施形態に係るポリゴンデータ並べ替え装置のブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態におけるポリゴンデータ並べ替え装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】各ポリゴンバッファの内容を示したブロック図である。

【図5】本発明の第1の実施形態にジオメトリ処理装置とラスタライズ処理装置におけるポリゴンの処理動作のタイムチャートである。

【図6】ジオメトリ処理装置とラスタライズ処理装置における処理時間の比較を示した図である。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置におけるポリゴンデータ並べ替え装置のブロック図である。

【図8】第2の実施形態にかかるポリゴンデータ並べ替え装置の動作を示すフローチャートである。

【図9】第2の実施形態に係るポリゴンデータ並べ替え装置によるポリゴンバッファ並べ替え前後の状態を示すブロック図である。

【図10】第2の実施形態に係るポリゴンデータ並べ替え装置によるポリゴンバッファ並べ替え前後の状態遷移を示すブロック図である。

【図11】ポリゴンデータ並べ替え方法を示すブロック図である。

【図12】本発明の第3の実施形態に係る画像処理装置におけるポリゴンデータ並べ替え装置のブロック図である。

\*【図13】第3の実施形態にかかるポリゴンデータ並べ替え装置の動作を示すフローチャートである。

【図14】第3の実施形態に係るポリゴンデータ並べ替え装置によるポリゴンバッファ並べ替え前後の状態を示すブロック図である。

【図15】従来の代表的な3次元画像処理のブロック図である。

【図16】従来のジオメトリ処理装置の動作のフローチャートである。

【図17】従来の隠面処理の説明図である。

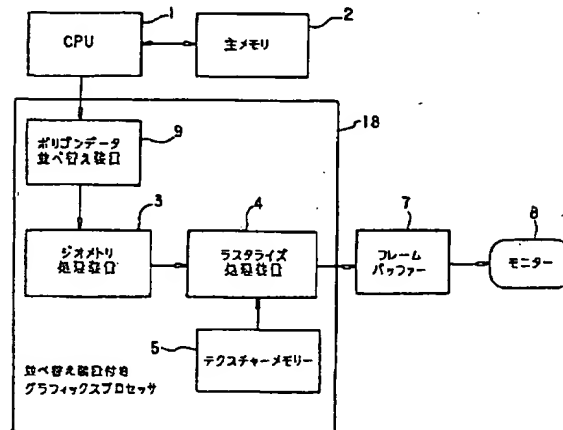
【図18】従来のジオメトリ処理装置及びラスタライズ処理装置におけるポリゴン処理のタイムチャートである。

【符号の説明】

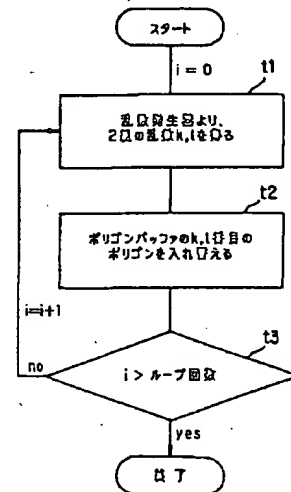
- 1 CPU
- 2 主メモリ
- 3 ジオメトリ処理装置
- 4 ラスタライズ処理装置
- 5 テクスチャバッファ
- 6 グラフィックスプロセッサ
- 7 フレームバッファ
- 9 ポリゴンデータ並べ替え装置
- 9A、9B、9C ポリゴンデータ並べ替え装置
- 10A、10B、10C 演算装置
- 13 Fポリゴンバッファ
- 14 Sポリゴンバッファ
- 15 表ポリゴンバッファ
- 16 裏ポリゴンバッファ
- 17 乱数発生器
- 18 並べ替え装置付きグラフィックスプロセッサ

\* 30

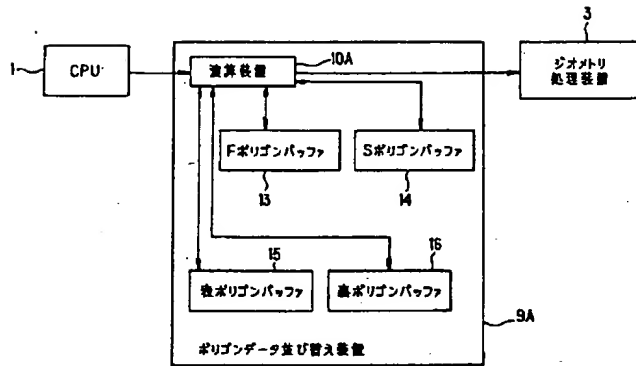
【図1】



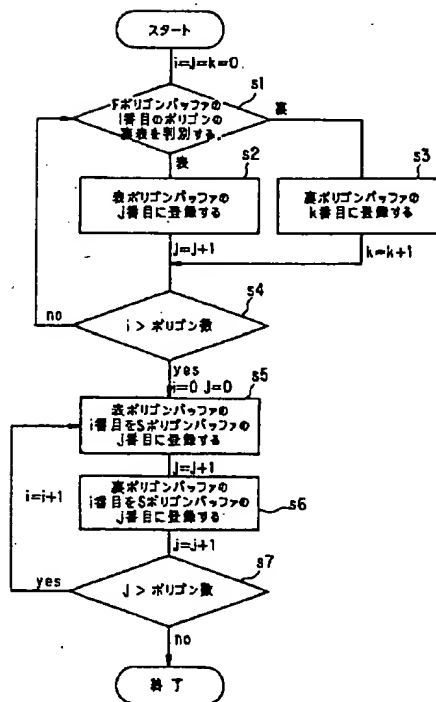
【図8】



【図2】

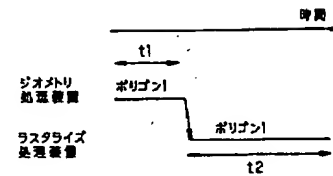


【図3】



【図6】

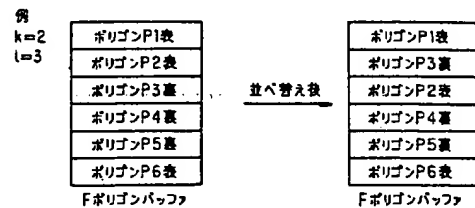
(A) タイムチャート比較



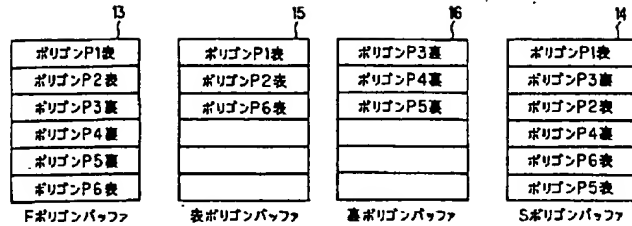
(B) ポリゴン列 処理時間

例	ポリゴン列	処理時間
例1	表、表、表、表、表、高、高、高、高、高	$t2 \times 5 + t1 \times 4$
例2	表、高、表、高、表、高、表、高、表、高	$t2 \times 5 + t1$
例3	表、表、高、高、表、表、高、高、表、高	$t2 \times 5 + t1 \times 3$

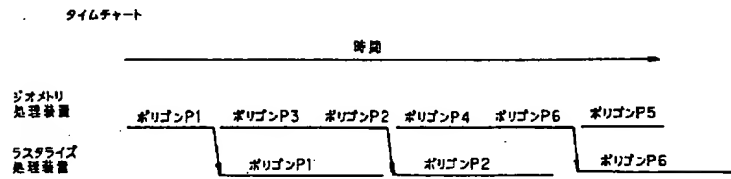
【図9】



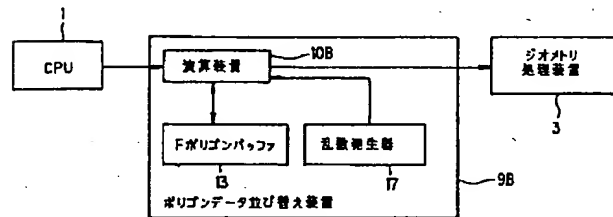
【図4】



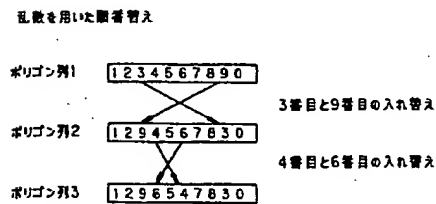
【図5】



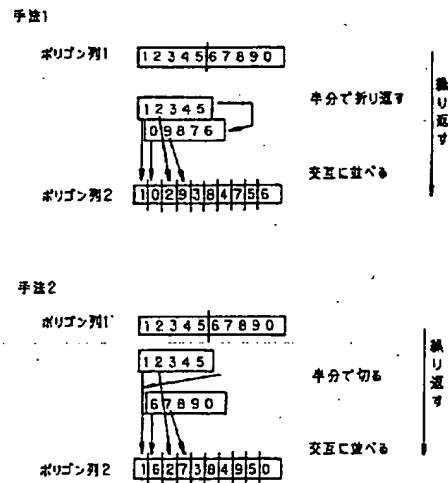
【図7】



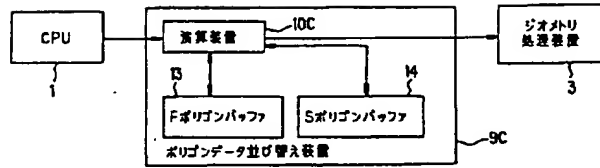
【図10】



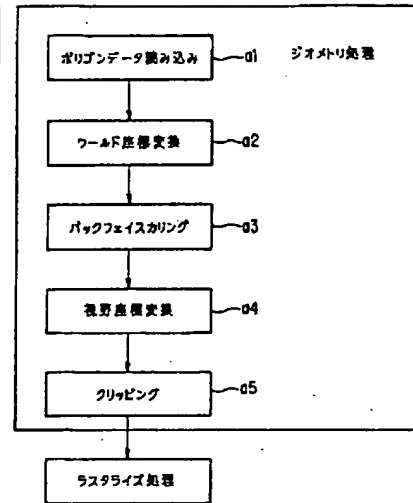
【図11】



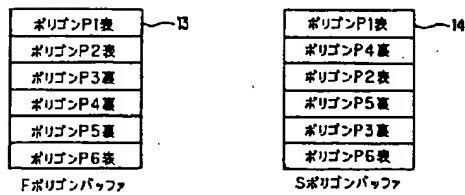
【図12】



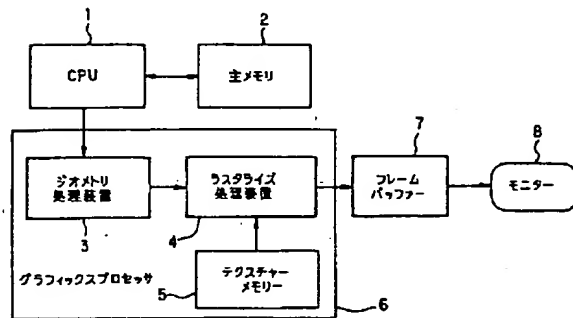
【図16】



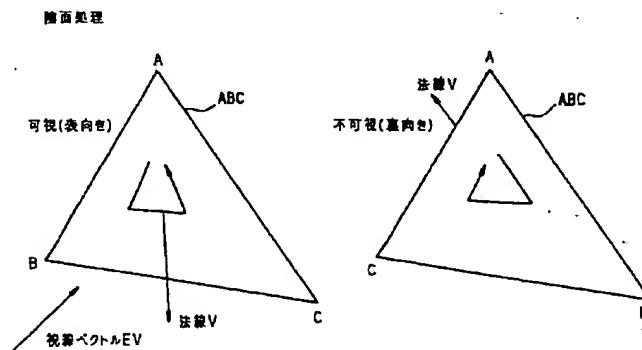
【図14】



【図15】



【図17】



【図18】

